

平成 21 年度入学者選抜試験問題

医学部・医学科
理学部・生物学科

理 科

(生 物)

前 期 日 程

注 意 事 項

- 1 試験開始の合図があるまでは、この問題冊子の中を見てはいけません。
- 2 この問題冊子の本文は 1 ページから 16 ページまでです。
- 3 試験中に問題冊子の印刷不鮮明・落丁・乱丁、解答用紙の汚れなどに気づいた場合は、手をあげて監督者に知らせてください。
- 4 監督者の指示にしたがって、解答用紙に**大学受験番号**を正しく記入してください。
大学受験番号が正しく記入されていない場合は、採点されないことがあります。
- 5 医学部受験者は **I** と **II** の 2 問を解答してください。
理学部受験者は **I**、**II**、**III**、**IV** の 4 問を解答してください。
- 6 試験終了後、問題冊子と下書き用紙は持ち帰ってください。

I つぎのAとBの文を読んで問1～10に答えよ。

A 思春期になると、ホルモンXが脳の視床下部にある神経細胞の軸索の末端から分泌される。ホルモンXは脳下垂体の生殖腺刺激ホルモンの生産と分泌を促進する。生殖腺刺激ホルモンは、おもに男性では精巣にはたらいて男性ホルモンの生産と分泌を促進し、女性では卵巣にはたらいて女性ホルモンの生産と分泌を促進する。精巣と卵巣で分泌された男性ホルモンと女性ホルモンは、それぞれ精子や卵の形成を促進する。性別にかかわらず、男性ホルモンや女性ホルモンのどちらか一方でも、血液中の濃度が正常値の範囲をこえて高くなると、男性ホルモンや女性ホルモンは視床下部と脳下垂体にはたらいて、ホルモンXや生殖腺刺激ホルモンの生産と分泌が過剰に起らないように制御する。このように、動物には体の機能と状態を一定に維持しようとするしくみが備わっている。

問1 下線部①のような機構を一般的に何とよぶか、記せ。

問2 下線部②のしくみを一般的に何とよぶか、記せ。

問3 脳下垂体の位置を図1のa～fの中から選び、記号で答えよ。

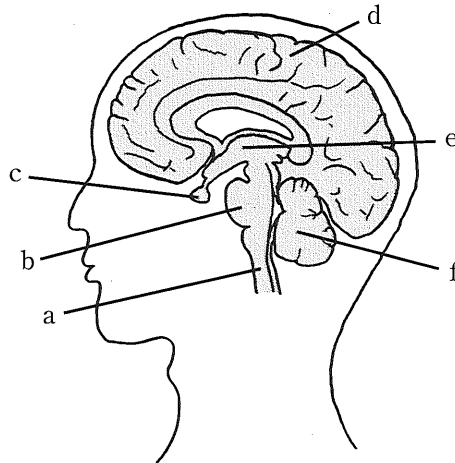


図1 ヒトの脳の模式図

実験1 成熟雄ラットにホルモンを添加するためにカプセルを用意した。このカプセルにホルモンを入れてラットの皮下に埋め込む操作を行うと、カプセルに入れたホルモンは血液中に流れ出し、添加したホルモンの血液中の濃度を操作後1日目から2週間にわたって一定に維持できる。

このカプセルを埋め込む操作と精巣を除去する手術を組み合わせ、表に示す9種類の異なる処理(あ)~(け)を行った。ただし、処理(お)と(け)はそれぞれ処理(あ)~(え)、および処理(か)~(く)の対照実験である。

処理(あ)~(え)と処理(き)と(く)では、血液中のホルモン量が表に示した値で維持されるように、男性ホルモンまたは女性ホルモンを入れたカプセルをラットの皮下に埋め込んだ。また、処理(お)、(か)、および(け)では空のカプセルをラットの皮下に埋め込んだ。処理(か)~(く)の手術では、ラットを麻酔しながら開腹して精巣の除去を行い、傷口を縫合した。処理後、2週間にわたって分泌されるホルモンXと生殖腺刺激ホルモンの量の変化を調べた。なお、成熟雄ラットにおける男性ホルモンと女性ホルモンの血液中の濃度の正常値はそれぞれ0.8~1.2 $\mu\text{g}/100\text{ ml}$ 、および0.0003~0.0005 $\mu\text{g}/100\text{ ml}$ の範囲である。

表 成熟雄ラットへのホルモン添加と手術

	処 理				
	(あ)	(い)	(う)	(え)	(お)
添加したホルモン	男性ホルモン	男性ホルモン	女性ホルモン	女性ホルモン	なし
添加したホルモンと同じホルモンの血液中の濃度($\mu\text{g}/100\text{ ml}$)*	1.0	10	1.0	10	
手 術	なし	なし	なし	なし	なし

	処 理			
	(か)	(き)	(く)	(け)
添加したホルモン	なし	男性ホルモン	男性ホルモン	なし
添加したホルモンと同じホルモンの血液中の濃度($\mu\text{g}/100\text{ ml}$)*		1.0	10	
手 術	精巣の除去	精巣の除去	精巣の除去	(ア)

*数値は、カプセルの埋め込みによって維持された、添加したホルモンと同じホルモンの操作後1日目から2週間の血液中の濃度である。

問4 処理(か)~(く)の対照実験である処理(け)では、表中の(ア)の手術をどのように行えばよいか、50字以内で記せ。

問 5 分泌されたホルモン X の量が、図 2 の b のように推移すると推察される処理を表中の処理 (あ)～(け)からすべて選び、記号で答えよ。

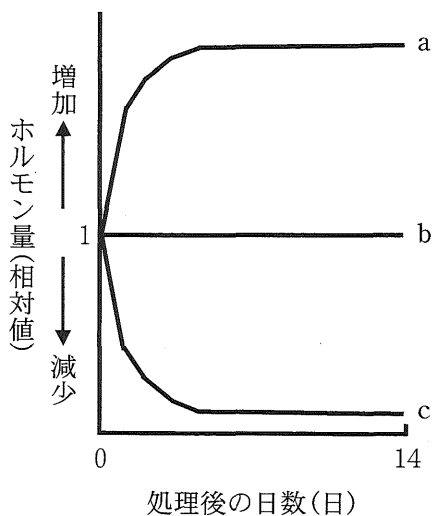


図 2 ホルモン量の時間的推移の模式図
ホルモン量は、対照実験の値を 1 としたときの相対値で示す。

問 6 分泌された生殖腺刺激ホルモンの量が、図 2 の c のように推移すると推察される処理を表中の処理(あ)～(け)からすべて選び、記号で答えよ。

問 7 分泌された生殖腺刺激ホルモンの量が、図 2 の a のように推移すると推察される処理を表中の処理(あ)～(け)からすべて選び、記号で答えよ。

B 視床下部はホルモン X のほかに、ホルモン Y やホルモン Z などを分泌する。ホルモン Y とホルモン Z は脳下垂体に作用して、それぞれ甲状腺刺激ホルモンと副腎皮質刺激ホルモンの生産と分泌を促進する。甲状腺刺激ホルモンと副腎皮質刺激ホルモンはそれぞれ甲状腺と副腎皮質に作用して、③ ④ の生産と分泌を促進する。

問 8 下線部③と下線部④に該当するホルモンをつぎのア)～サ)からすべて選び、解答欄③と④にそれぞれ記号で答えよ。

- | | | |
|-----------|-------------|-------------|
| ア) バソプレシン | イ) チロキシン | ウ) パラトルモン |
| エ) アドレナリン | オ) 糖質コルチコイド | カ) インスリン |
| キ) グルカゴン | ク) アセチルコリン | ケ) 鉱質コルチコイド |
| コ) 成長ホルモン | サ) ノルアドレナリン | |

実験2 各種ホルモンの生産と分泌の制御における視床下部，脳下垂体，生殖腺，甲状腺と副腎の関連性を明らかにするために，成熟雄ラットに3種類の異なる処理(さ)～(ず)を行った。

処理(さ)：脳下垂体の除去

処理(し)：甲状腺の除去

処理(ず)：副腎皮質の除去

処理後2週間にわたって，分泌される各種ホルモンの量を調べ，それぞれの対照実験の結果と比較した。

問9 処理(さ)において，つぎのア)～カ)のホルモンが分泌される量は，対照実験と比較してどのようになると推察されるか。a) 増加する，b) 変わらない，c) 減少する，のいずれかを選び，解答欄ア)～カ)にそれぞれ記号で答えよ。

ア) ホルモンY

イ) 生殖腺刺激ホルモン

ウ) 男性ホルモン

エ) ホルモンZ

オ) 甲状腺ホルモン

カ) 副腎皮質刺激ホルモン

問10 処理(し)と(ず)において，脳下垂体から分泌されるホルモン量は，それぞれの対照実験と比較してどのようになると推察されるか。つぎのア)～ケ)から正しいものをすべて選び，解答欄(し)と(ず)にそれぞれ記号で答えよ。

ア) 生殖腺刺激ホルモンの量は変わらない。

イ) 生殖腺刺激ホルモンの量は増加する。

ウ) 生殖腺刺激ホルモンの量は減少する。

エ) 甲状腺刺激ホルモンの量は変わらない。

オ) 甲状腺刺激ホルモンの量は増加する。

カ) 甲状腺刺激ホルモンの量は減少する。

キ) 副腎皮質刺激ホルモンの量は変わらない。

ク) 副腎皮質刺激ホルモンの量は増加する。

ケ) 副腎皮質刺激ホルモンの量は減少する。

II つぎのAとBの文を読んで問1～6に答えよ。

A 種子は発芽して植物体になる と、発芽のためのエネルギー源となる有機物を貯蔵している ^①，およびそれらを取り囲んで保護している種皮から構成される。種皮はO₂を通しにくい。成熟した種子は、吸水とともに種皮を通してわずかながらO₂を取り込み、呼吸に用いる。このような呼吸とともに、酵母で見られるようなO₂を用いない呼吸を吸水初期に行う種子をもつ植物もある。休眠していない種子(非休眠種子)はある時期を境としてそれまで以上に多量にO₂を取り込むようになる。しかし休眠している種子(休眠種子)ではこのような多量のO₂の取り込みは見られない。

問1 と に入る用語を、解答欄ア)とイ)にそれぞれ記せ。

問2 種子によっては、 に含まれる部位が下線部①のはたらきをする。その部位の名称を記せ。

問3 種子ではO₂を用いる呼吸とO₂を用いない呼吸が行われている。これらの呼吸に共通する反応過程の名称と、その過程で最終的に生成される炭素数3の有機物の名称を、解答欄aとbにそれぞれ記せ。

B 種子がある場所で発芽できるかどうかは、植物の分布を決める要因の一つである。このような考えを検証するために、発芽のために必要なエネルギーがほぼ同じであるイネ科の近縁な種で、水田に生育しているX種と、畑地に生育しているY種とZ種を用いて、実験1と実験2を行った。

実験1 X種について、種子の発芽と呼吸との関係を調べるために、X種の休眠種子と非休眠種子を湿らせたろ紙の上で吸水させて培養し、それぞれの種子に取り込まれたO₂量と排出されたCO₂量を測定した。

問4 図1に示すように、非休眠種子のO₂の取り込み量は培養48時間以降急激に高まった。一方、休眠種子ではこのような急激な取り込みは見られなかった。つぎの1)と2)に答えよ。

1) 培養48時間を境として非休眠種子にはどのような変化が起こったと考えられるか。つぎの用語をすべて用いて50字以内で記せ。

用語： 呼吸 種皮

2) 非休眠種子に取り込まれた O_2 は呼吸のどの反応過程で用いられるか、その過程の名称を解答欄 a に記せ。また、その過程で O_2 はどのような物質になるか、その物質の名称を解答欄 b に記せ。

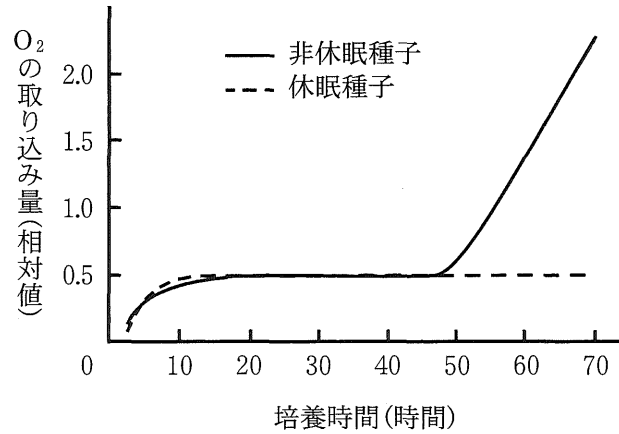


図1 X種の種子における O_2 の取り込み量の変化

問 5 図2に示すように、非休眠種子において、取り込まれた O_2 量と排出された CO_2 量の体積比 (CO_2/O_2) の値は培養48時間以降1.0で安定した。しかし、この種子では培養期間を通して同じ呼吸基質が使われていた。つぎの1)~3)に答えよ。

- 1) この呼吸基質の名称を記せ。
- 2) 培養48時間まで行われている O_2 を用いない呼吸で、最終的に生成される有機物の名称を記せ。
- 3) この O_2 を用いない呼吸では、2)で答えた有機物が生成されるまで反応過程が進まないと、エネルギーを継続してつくることができない。その理由をつぎの用語をすべて用いて125字以内で記せ。

用語： 水素 補酵素

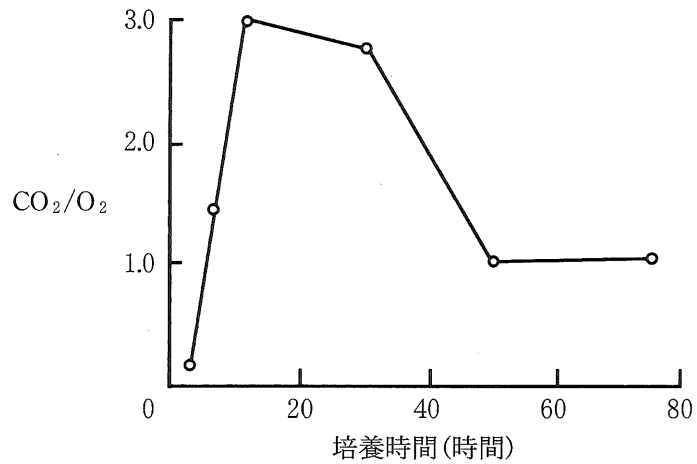


図2 X種の非休眠種子におけるCO₂/O₂の変化

実験2 X種, Y種, Z種における種子の発芽の特徴を明らかにするために, 水深やO₂濃度と発芽との関係について調べた。

まず, 3種の非休眠種子を水深の異なる条件下で9日間培養したところ, 各水深条件における種子の発芽率は図3のようになった。つぎに, 3種の非休眠種子を湿らせたろ紙に置き, 吸水させ, O₂濃度の異なる人工空気のもとで9日間培養したところ, 各O₂条件における種子の発芽率は図4のようになった。

なお, これらの実験では, 3種の種子の発芽率はそれぞれの条件における9日間の培養で最大に達していた。

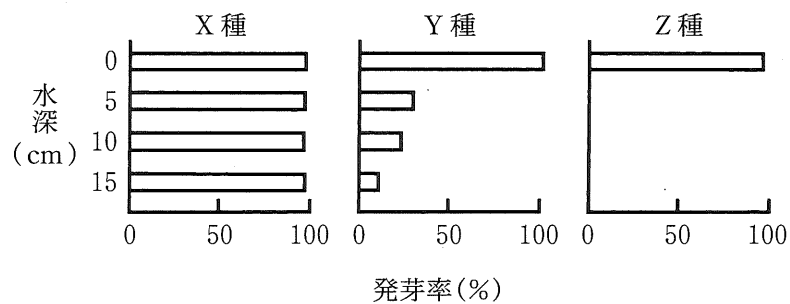


図3 異なる水深条件下での種子の発芽率
発芽率は9日間培養した後で測定した値である。

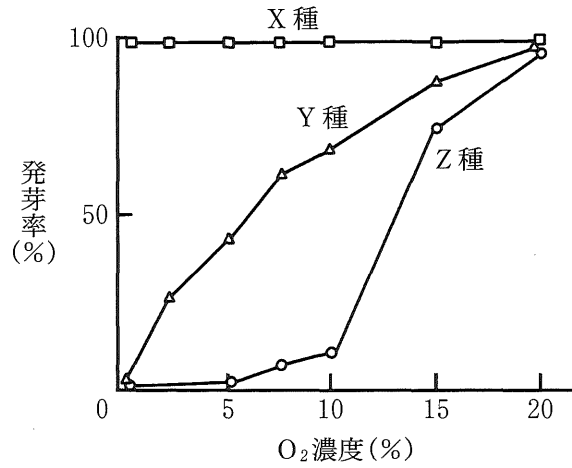


図4 異なる O₂ 濃度の人工空気における種子の発芽率
発芽率は9日間培養した後で測定した値である。

問 6 図2で示したX種の非休眠種子に見られるO₂を用いない呼吸は、Y種とZ種の非休眠種子でもはたらいている。図3と図4から、それぞれの種子のO₂を用いない呼吸の大きさは、種によって異なっている。このことを前提にして、X種が水田に生育でき、Y種とZ種が水田に生育しにくい理由を150字以内で推察せよ。

Ⅲ つぎのA～Dの文を読んで問1～10に答えよ。

A 両生類の神経管形成は、原口背唇に由来する脊索の上部をおおう外胚葉が、原腸胚の終期に とよばれる厚い層を形成することから始まる。 は両側が盛り上がり、同時に中央で正中線に沿って が生じる。 の両側の盛り上がりは巻き上がって中央で融合し、神経管の形成が完了する。

20世紀前半に はイモリを用いて外胚葉からの神経の分化は原腸胚初期から神経胚初期にかけて決定されることを発見した。また、イモリの原腸胚初期に原口背唇から組織片を切り取り、同時期の胚の胞胚腔に移植する実験も行った。その実験では、移植片が予定表皮域に接して定着すると正常な神経管に加えて、移植片に接する外胚葉からも神経管が誘導された。一方、原口背唇を切り取られた胚では神経管は誘導されなかった。この結果は移植された原口背唇周辺の外胚葉が予定運命を変えて神経に分化したことを示しており、外胚葉からの神経誘導機構の特徴を反映している。

問1 文中の と に入る用語と に入る人名を解答欄ア)～ウ)にそれぞれ記せ。

問2 つぎのa)～e)の組織と器官はおもにどの胚葉に由来するか、解答欄a)～e)にそれぞれ記せ。

- a) 眼の水晶体 b) 腎臓 c) 網膜 d) 真皮 e) 血管

問3 が行った下線部①の結論を導く移植実験の概略と結果を125字以内で記せ。

B タンパク質Rは情報伝達分子である。タンパク質Rの遺伝子が持つ遺伝情報に基づいて合成されるタンパク質はそのままでははたらくことができない。このタンパク質をタンパク質Rの前駆体(以後タンパク質Rpとする)と呼ぶ。タンパク質Rpは2分子が結合すると活性化されてタンパク質Raとなり、標的細胞のタンパク質R受容体に結合し、標的細胞に情報が伝わる(図1)。外胚葉に対するタンパク質Raの作用を調べるためにアフリカツメガエルを用いて実験1を行った。

実験1 タンパク質Rの突然変異であるタンパク質mRの前駆体は、タンパク質Rpまたはタンパク質mRの前駆体と結合しても活性化されず、受容体と結合することができなかった(図2)。胚のすべての細胞にタンパク質mRの遺伝子を注入して胞胚の初期まで発生させた後、動物極周辺の細胞層を切り出して尾芽胚期に相当する時期まで培養したところ、タンパク質mRの前駆体の合成が起こり、細胞層から生じた外胚葉は神経に分化した。なお、突然変異遺伝子を注入せずに同様の実験を行ったところ、細胞層から生じた外胚葉は表皮に分化した。

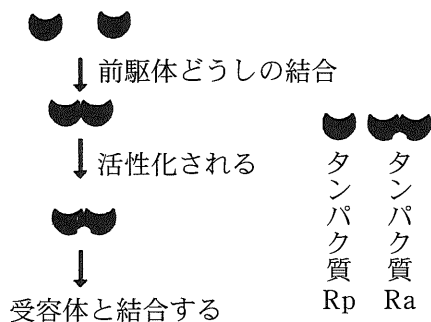


図1 タンパク質 Rp の活性化過程

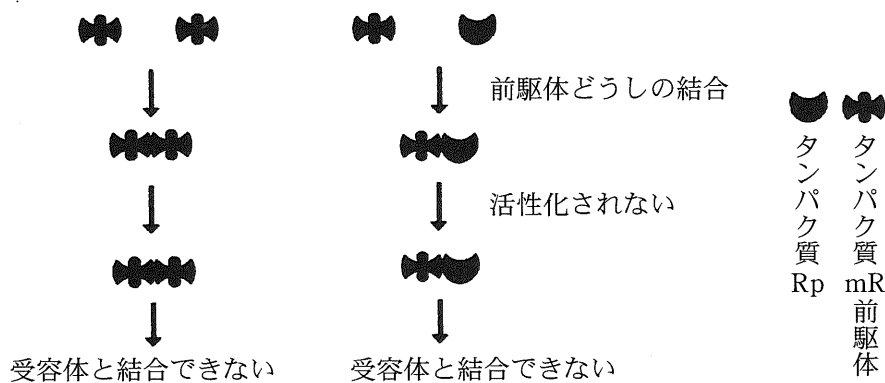


図2 タンパク質 mR 前駆体の作用

問 4 胞胚の予定外胚葉の領域は、おもに背側にある部分と腹側にある部分で予定運命が異なる。
背側の部分の予定運命を解答欄 a に、腹側の部分の予定運命を解答欄 b にそれぞれ記せ。

問 5 タンパク質 mR の遺伝子を注入するとタンパク質 R のはたらきが阻害される。その阻害の過程を 100 字以内で記せ。

問 6 実験 1 の結果から考えられる、外胚葉の神経への分化におけるタンパク質 R の作用を、25 字以内で記せ。

C タンパク質 S は、それ自身を合成した細胞や隣接した細胞でのタンパク質 R による情報伝達に関わる。タンパク質 S がこの情報伝達にどのように作用するかを調べるために実験 2 と実験 3 を行った。

実験 2 アフリカツメガエルのタンパク質 S に結合する抗体を、寒天でできた小球に結合させてタンパク質 S のみを含む生理食塩水に浸し、抗原抗体反応をさせた(図 3-a)。小球をよく洗浄した後、酸性溶液に浸して小球に残ったタンパク質を一時的に変性させて溶出した。この溶出液中にはタンパク質 S が含まれていた。タンパク質 Ra のみを含む生理食塩水に小球を浸した後、同様の操作をして小球からタンパク質を溶出したところ、溶出液中にはタンパク質 Ra は含まれていなかった(図 3-b)。一方、タンパク質 S とタンパク質 Ra を含む生理食塩水に小球を浸した後、同様の操作をして小球からタンパク質を溶出したところ、溶出液中にはタンパク質 Ra とタンパク質 S の両方が含まれていた(図 3-c)。

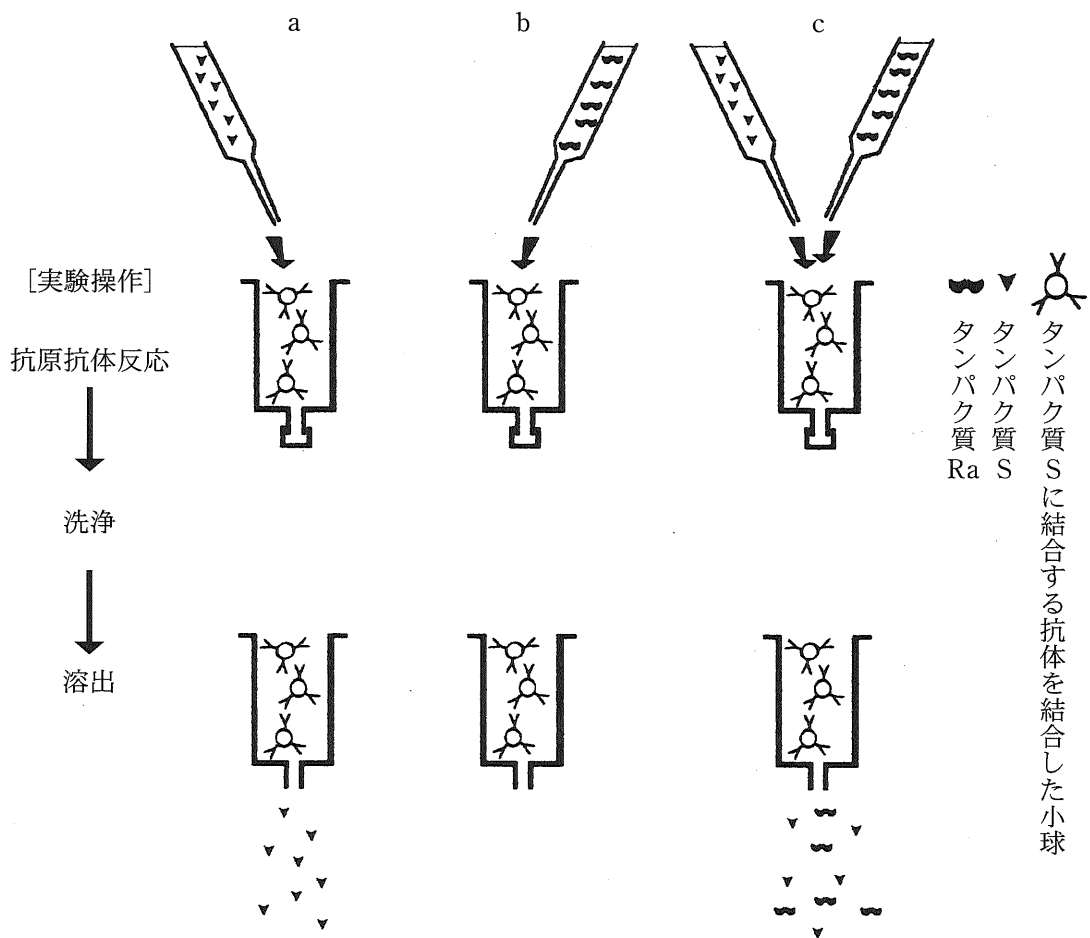


図 3 タンパク質 S に結合する抗体を用いたタンパク質 Ra およびタンパク質 S の結合に関する実験

実験3 タンパク質 R の受容体を発現する細胞を培養して、その培養液にタンパク質 Ra を加えたところ、タンパク質 Ra は受容体と結合した。しかし、タンパク質 Ra とタンパク質 S^④をあらかじめ混合した溶液を加えたところ、どちらも受容体と結合しなかった。

問7 異物の侵入から抗体ができるまでの過程を、つぎの用語をすべて用いて解答欄に100字以内で記せ。

用語： 抗原 マクロファージ T細胞 B細胞

問8 下線部②と③の結果は抗体と抗原の結合に関する一般的な特徴を反映している。その特徴を25字以内で記せ。

問9 実験2と実験3の結果から、下線部④においてタンパク質 Ra はなぜ受容体と結合できなかったと考えられるか、つぎの用語をすべて用いて75字以内で記せ。

用語： 受容体結合部位 阻害

D 外胚葉の分化に対するタンパク質 S の作用を調べるためにアフリカツメガエルを用いて実験4を行った。

実験4 胞胚から切り出した動物極周辺の細胞層を、タンパク質 S を培養液に加えて尾芽胚期に相当する時期まで培養したところ、細胞層から生じた外胚葉は神経に分化した。

問10 BとCの文に示されたタンパク質 R とタンパク質 S の性質と、実験1～4の結果に見られるそれぞれのタンパク質のはたらきのみによって、イモリ胚における外胚葉の神経への分化も制御されると仮定すると、タンパク質 S は原腸胚のどこで合成されと考えられるか、解答欄 a に記せ。また、タンパク質 S は外胚葉の神経への分化にどのようにはたらくと考えられるか、解答欄 b に150字以内で記せ。

IV つぎのAとBの文を読んで問1～6に答えよ。

A 緑色植物は海水域に生育するアオサやミルのグループ、淡水域に生育するシャジクモのグループ、陸域に生育するコケ、シダ、裸子、被子植物のグループのように、多様な生育分布を示すと同時に、それらの生活環も多様である。とくに雌雄の配偶子が合体する接合の過程は、それぞれの植物の生育環境に深く関係する。図1～3は緑色植物に見られる生活環(I型～III型)を模式化したものである。さらにII型は配偶体世代と孢子体世代の体の大きさにより、配偶体世代と孢子体世代がおなじ大きさの場合(II-1型)、配偶体世代が孢子体世代より大きい場合(II-2型)、配偶体世代が孢子体世代より小さい場合(II-3型)に区別される。なお、世代とは原則として多細胞体であり、単細胞で過ごす段階を世代とはいわない。

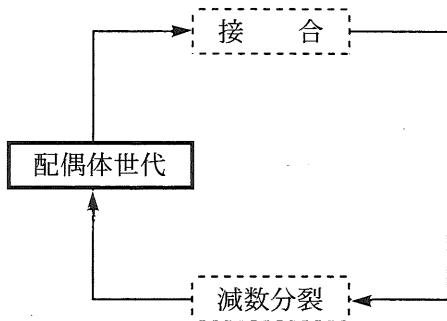


図1 配偶体世代のみの生活環(I型)

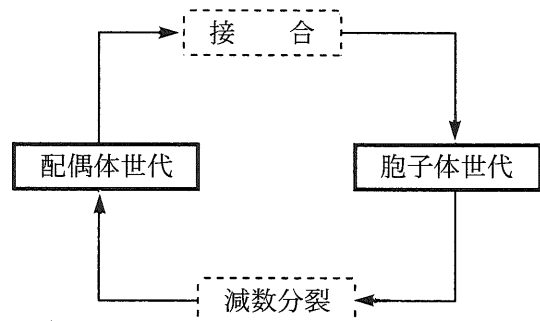


図2 世代交代がある生活環(II型)

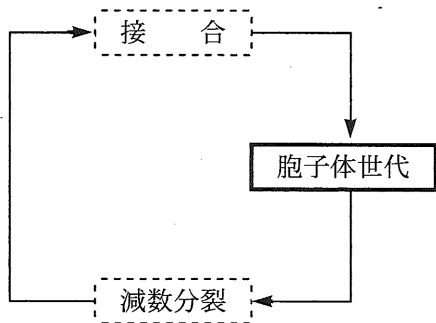


図3 孢子体世代のみの生活環(III型)

問 1 つぎのア)～キ)の植物はどの型の生活環をもつか、解答欄ア)～キ)に、それぞれ記号(I, II-1, II-2, II-3, III)で答えよ。

- | | | |
|----------|----------|---------|
| ア) スギナ | イ) アナアオサ | ウ) ゼニゴケ |
| エ) サトウキビ | オ) イチョウ | カ) ミル |
| キ) フラスコモ | | |

問 2 陸域に生育する緑色植物に関する a～h の記述の中から、正しいものを2つ選び、記号で答えよ。

- a 精子を形成する種類を含むのは、コケ植物だけである。
- b 精子を形成する種類を含むのは、コケ植物とシダ植物だけである。
- c 精子を形成する種類を含むのは、コケ植物、シダ植物と裸子植物だけである。
- d 精子を形成する種類を含むのは、コケ植物、シダ植物、裸子植物と被子植物である。
- e 花粉を形成する種類を含むのは、被子植物だけである。
- f 花粉を形成する種類を含むのは、裸子植物と被子植物だけである。
- g 花粉を形成する種類を含むのは、シダ植物、裸子植物と被子植物だけである。
- h 花粉を形成する種類を含むのは、コケ植物、シダ植物、裸子植物と被子植物である。

B 陸域の環境に適した被子植物の有性生殖器官である花では、雄性配偶子の起源となる花粉母細胞と雌性配偶子の起源となる胚のう母細胞がそれぞれ、おしべの とめしべの の中に形成される。

花粉母細胞は分裂して となり、それらがさらに分裂して花粉となる。花粉は ^① と の2つの細胞からなるが は の中に遊離して存在するので、1細胞でできているように見える。その後、めしべの柱頭に付着した花粉は ^③ が分裂し、2個の となる。

胚のう母細胞は分裂して胚のう細胞を形成する。その胚のう細胞は核分裂を繰り返し ^④ 個の核を持つようになり、最終的には 個の反足細胞、 個の中央細胞、 個の卵細胞、および 個の助細胞となる。

雄性配偶子である2個の のうち、1個は雌の配偶子である卵細胞と接合し $2n$ の となり、もう1個は中央細胞の と接合し、 n の の を形成する。

問 3 文中の空欄 ～ に入る適切な用語または数字を、(解答欄ア)～(ソ)にそれぞれ記入せよ。

問 4 雄性配偶子が形成される過程のどこで減数分裂が起こるか、つぎの a～f の中から正しいものを 1 つ選び、記号で答えよ。

- a 花粉母細胞が形成されたとき。
- b 下線部①の分裂のとき。
- c 下線部②の分裂のとき。
- d 下線部③の分裂のとき。
- e 下線部①と下線部②の分裂のとき。
- f 下線部②と下線部③の分裂のとき。

問 5 下線部④の過程に関連した a～f の記述の中から正しいものを 1 つ選び、記号で答えよ。

- a 胚のう母細胞は体細胞分裂して 2 個の胚のう細胞を形成し、2 個とも胚のうを形成する。
- b 胚のう母細胞は体細胞分裂して 2 個の胚のう細胞を形成するが、1 個のみが胚のうを形成する。
- c 胚のう母細胞は体細胞分裂して 2 個の胚のう細胞を形成するが、胚のうを形成する数は決まっていない。
- d 胚のう母細胞は減数分裂して 4 個の胚のう細胞を形成し、4 個とも胚のうを形成する。
- e 胚のう母細胞は減数分裂して 4 個の胚のう細胞を形成するが、1 個のみが胚のうを形成する。
- f 胚のう母細胞は減数分裂して 4 個の胚のう細胞を形成するが、胚のうを形成する数は決まっていない。

問 6 減数分裂に関して、つぎの1)と2)に答えよ。

1) 第一分裂の核分裂と第二分裂の核分裂では、染色体の挙動に違いがある。その違いを、つぎの用語をすべて用いて150字以内で記せ。

用語： 染色体数 二価染色体 相同染色体 対合 半減

2) 花粉母細胞形成直後の細胞1個あたりのDNA量を1としたとき、つぎのア)～ウ)のDNA量(1細胞あたり)を、解答欄ア)～ウ)にそれぞれ記せ。

ア) 減数分裂の第一分裂中期

イ) 減数分裂の第二分裂中期

ウ) 生殖細胞形成直後